

## 尊敬的女士们、 先生们：



汽车是许多社会和政治讨论的核心议题，尤其是在自所谓的“柴油门”爆发以来。尽管如此，这一领域现在仍是、将来也会是德国、欧洲乃至全世界的支柱产业之一。新的驱动方案正在进入市场。现有的动力总成系统将会得到改进和进一步优化。这一行业正发生着一系列的变化。但是，我们对此同样应纵观全局来看。例如，可以在各个国家和地区考虑能源组合，不要将眼光局限于一种方案，而是为各类技术提供机会，使之成为现实，从而证明自己。

在如今这个时代，怎样才能让学徒式职业焕发魅力？我们需要展现出这类职业的前景，以及这类职业能够带来的多样化选择。EuroSkills 2020 欧洲职业技能竞赛的宗旨正在于此。该竞赛今年将在奥地利的格拉茨举办。我们是此次竞赛的银奖赞助商，希望为青年人才的培养贡献自己的力量，也期待着能够赢得人才的青睐，携手共筑未来。能够参与其中，我们与有荣焉。

我们要向客户介绍不同之处。在处理复合材料时，这一点尤其突出。例如，是用 PCD 刀具挤压 CFRP 纤维，还是用锋利的 CVD-D 切削刃来切割，都会有所差异。作为精密刀具制造商，我们的使命不仅在于制造刀具，而且还在于了解诸如机器、夹具、控制系统以及材料等框架条件，并掌握如何正确加以利用。正是在材料方面，公司内部拥有相应的专业诀窍和经验至关重要。

祝您阅读愉快，读有所获。

Three handwritten signatures in black ink, arranged horizontally. The first signature is 'Markus Horn', the second is 'Lothar Horn', and the third is 'Matthias Rommel'.

Markus Horn、Lothar Horn 和 Matthias Rommel

world<sup>of</sup> tools

N<sup>o</sup> 01 2020

04

## 汽车

电动车辆, 全新的驱动力

新型涂层, 提升性能

超跑上的轮齿

---

16

## 增材制造

HORN 的 3D 打印工艺

---

20

## 产品

增材制造

System 224 Axial

System Mini 108/114

32T 系统

System 406

System 304

System 409

Boehlerit 铣刀

---

28

## 关于我们

EuroSkills 2020: 职业技能竞赛

---

30

## 复合材料

Markus Kannwischer 访谈

深深着迷

**版本说明:** world of tools®, HORN 出版的客户杂志, 每年出版两次, 发送给客户和兴趣爱好者。出版日期: 2020 年 3 月。在德国印刷。

**出版人:** 硬质合金刀具厂 Paul Horn GmbH • Horn-Straße 1 • D-72072 Tübingen  
电话: 07071 7004-0 • 传真: 07071 72893 • 电子邮件: info@phorn.de • 官网: www.phorn.de

**权利:** 复制全部或部分必须获得出版人的书面许可, 并注明文本和图片出处“Paul Horn-Magazin world of tools®”。  
其他文本和图片证明: HORN, Sauermann, Getty, EuroSkills, Virus

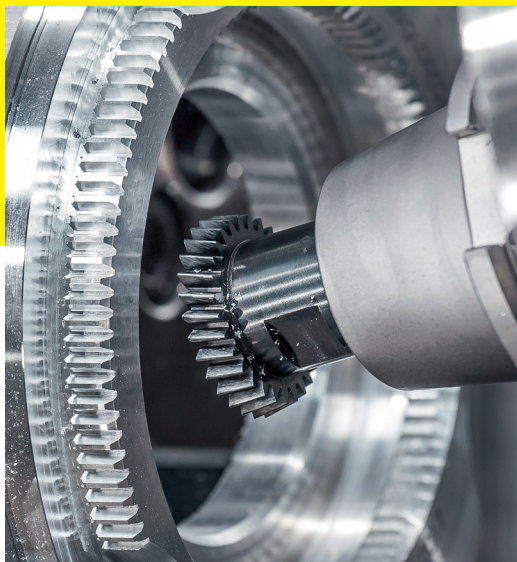
**版次:** 23,200 份为德语, 5,750 份为英语, 4,330 份为法语

**编辑/文本:** Nico Sauermann, Christian Thiele

**整体生产:** Werbeagentur Beck GmbH & Co. KG • Alte Steige 17 • 73732 Esslingen

汽车

# 电动车辆, 全新驱动力



啮合对于电动机同样至关重要：此时采用的是滚动切削工艺来生产齿部。



## 汽车行业的新刀具方案

如今, 准备买车的人们无需再像之前那样, 纠结是买柴油车还是汽油车。相反地, 在驱动方式方面, 他们拥有了很多选择。目前, 无论是在社会中, 还是在政策领域, 人们都尤为关注电动车。然而, 内燃机所带来的有些问题靠电动车就能解决吗? 因为电动车同样无法完全避免二氧化碳。除了生产过程中的二氧化碳排放, 在几乎所有欧盟国家, 人们借助各个国家生产组合中的电能为电池充电, 由此产生了大量的二氧化碳排放。“由于电池驱动的车辆同样具有明显的缺点, 因此我认为, 这种驱动方案只是一种过渡方案。实际上, 氢气、燃料电池和以二氧化碳中和的方式使用的合成燃料有可能会成为长期的解决方案。”Paul Horn GmbH 公司总经理 Lothar Horn 如此认为。

### 预期的刀具需求

在汽车行业, 除了单件开发, 另一个重要的关注点在于, 向高效的电机和混合动力概念的转变。在这种背景下, 汽车行业需要新的刀具方案。另一方面, 由于纯电动汽车在生产中需要的刀具较少, 因此, 该领域的加工比显著下降。原因在于组件的多样性。之前的驱动方案需要近 4,000 个部件, 而纯电动驱动方案所需的部件数量则减少到了约 320 个。与之相反的是, 混合动力方案所需的部件数则大量增加。在未来数年中, 混合

动力车辆在所有轿车总量中的比例会不断上升。因此, 在此期间的加工量也会有相应的增长。我们的问题仍然在于, 如何来补偿因电动机造成的组件需求量降低。Lothar Horn: “首先, 从根本上来讲, 我们有必要扩大自己的产品和服务范围, 从而避免依赖某些行业。在切削加工领域, 存在大量相关行业, 例如航空航天、机械制造、化学、医药技术、工具和模具制造。因此, 朝哪个方向发展或者说想要朝哪个方向发展也是一个战略决策。混合动力解决

“现代化的柴油和汽油发动机在未来仍然拥有很大的潜力。”



Lothar Horn, Paul Horn GmbH 的总经理。



汽车行业产品以前是、现在仍是 HORN 刀具产品组合的主力军。

方案会带来更多切削加工需求，而纯电动驱动方案会造成切削加工量相比目前的需求明显减少。”

#### 同样适用于电动机的刀具解决方案

为提高效率，人们通常会使用涡轮增压机。而涡轮增压机大多由耐高温且难以切削的材料组成。而且通过混合动力方案也能提高内燃机的效率。原则上，我们有必要检测是否能通过客户专用的特殊刀具实现生产过程中的效率飞跃。新的切削加工方法，如滚动切削也会发挥积极作用。用于生产齿部的工艺在 100 多年前便为世人所知。然而，在加工中心和带有全同步主轴以及过程优化软件的通用机床实现这一极其复杂技术的应用之后，这一方法才得到广泛应用。但是，在此应指出的是，这并不仅是针对电动汽车的解决方案，而且也是可广泛用于航空航天领域及其他领域的方案。

#### 电动汽车争夺原材料

目前采用锂离子电池驱动的电动汽车还引发了另一种效应。跟许多工具一样，这些蓄电池也需要用到钴。充电式电池的最大增长主要来源于在电动汽车中的应用，但可再生能源的存储和移动应用对于未来需求的影响也在不断提高。

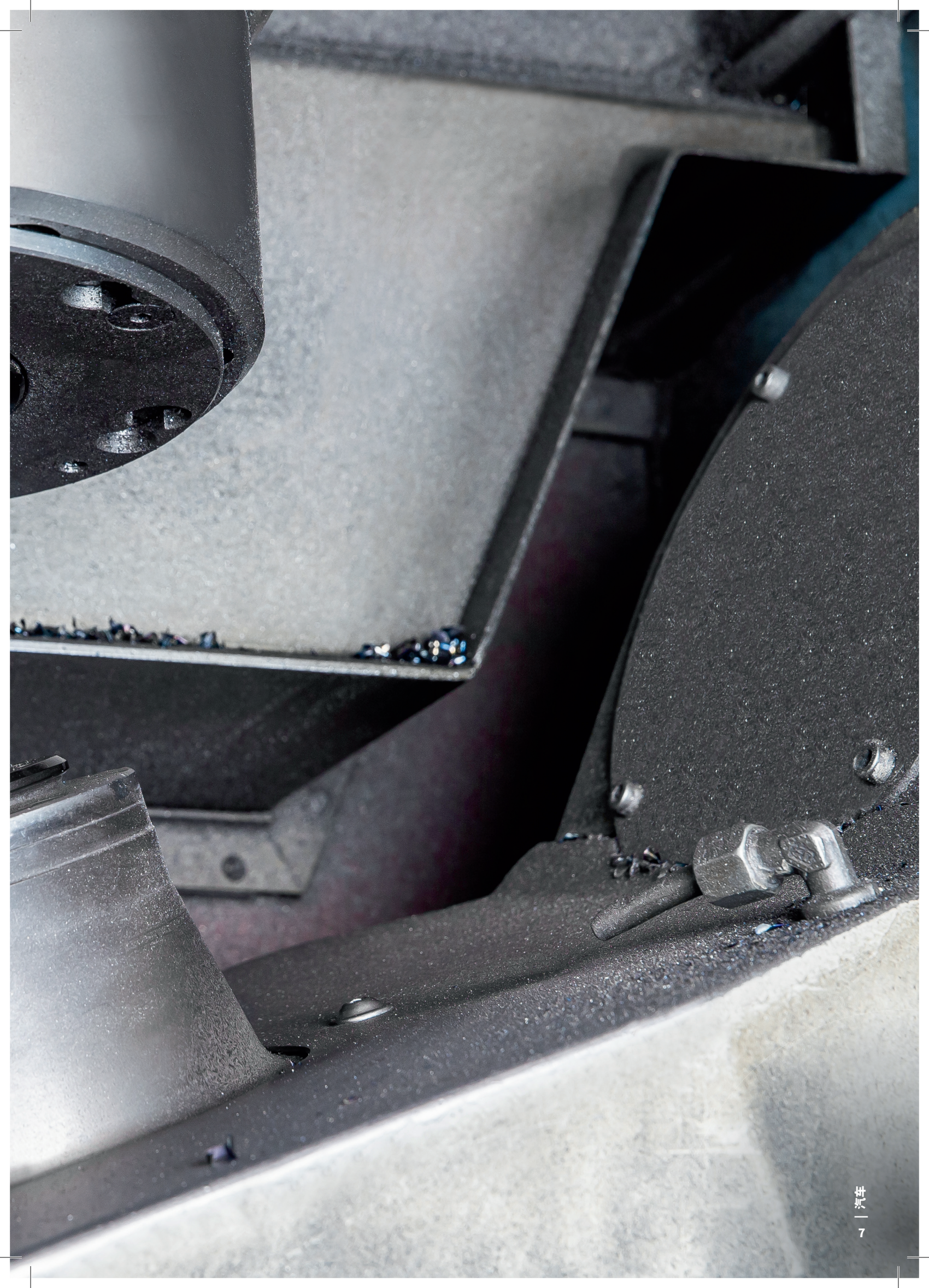
#### 展望

目前，VDMA（德国机械设备制造业联合会）的远期预测是，全球汽车年产量会不断提高。而切削加工量则取决于驱动技术。此外，VDMA 的研究表明，混合动力车辆（轻度混合动力和插电式混合动力）在未来所占的比例可能会比纯电池驱动的电动车辆更高，这会造成切削加工量的增加。Lothar Horn 介绍说：“在找到针对动力总成系统的长期解决方案之前，最终客户仍有着多种选择，包括现代化的柴油和汽油发动机。”

汽车

# 新型涂层提升性能

两年多来，GKN-Driveline 公司奥芬巴赫分公司的负责团队和 Paul Horn GmbH 的专家一直在进行优化和测试。他们的目标在于，优化用于汽车行业的等速万向节的铣削加工过程。通过在 SX 刀具系统中改用 HORN 自产的涂层 AK6，我们的合作伙伴获得了很高的过程安全性，并且与之前的涂层相比，某些部件上的刀具寿命几乎翻了一番。



汽车

# 新型涂层提升性能

## 制造公差小，表面质量高



铣削联结件。

等速万向节，或者说同步万向节在每辆车中均有应用。这种万向节用于将扭矩和角速度从驱动轴均匀地传递到与之成角度安装的另一个轴。同步万向节将旋转运动均匀地传递至下一个轴。在车辆构造中，这种万向节在从变速器到驱动轮的力传递中应用最为广泛。同步万向节能够以高达50度的角传递旋转运动。除球形固定万向节以外，还会用到同步伸缩万向节。这种万向节不仅可实现角运动，还可实现轴向运动，从而避免在车轮进行转入或弹簧运动时动力传输中断。

等速万向节的核心部件是在精确铣削的球轴承滚道中滚动的球。球轴承滚道的制造公差极小，可达到的表面质量高。“公差小和制造质量高决定了我们的万向节能够达到很长的使用寿命。”GKN工具规划师Tobias Lotz介绍道。而且：“参数的形状公差在微米范围内。”



等速万向节的部件一览。

### 持续的过程优化

在动力总成系统中，会用到球形固定万向节和球形伸缩万向节。GKN 奥芬巴赫分公司在万向节销、联结件和球毂中铣削球轴承滚道。Lotz 先生表示：“由于量很大，因此我们不断在争取改善过程。”负责的团队在 2011 年展开了第一个优化步骤，也就是将拧紧固定在中间

## 产量提高了三分之一。

的刀片换为 SX 换刀系统。HORN 的产品专家和应用技术员 Thomas Kühn 回忆道：“改用 SX 系统后，部件的产量提

高了三分之一。而且还省略了一个加工步骤，SX 刀具的使用寿命得以大大延长。”

后续的过程优化旨在延长刀具寿命，为此，以 Darius Kalesse 和 Tobias Lotz 为主 GKN 负责人员联系上了 HORN 的外勤团队。“针对已经运行得很顺畅的球轴承滚道铣削过程，我们需要找到一

种可以调节的新型调整螺栓。”Kühn 如此介绍说。这种调整螺栓是新刀具涂层的嵌件。GKN 与 HORN

技术人员和涂层研发人员携手制定了任务计划。技术人员们还得到了一家知名涂层设备和涂层材料生产商的协助。



迄今为止，HORN 采用的是铝铬氮化物基层 (AlCrN) 来为 SX 刀具涂层。原有涂层的厚度为 4 微米。通过双方的携手研发，新型 AK6 涂层诞生了。这种涂层耐高温，附着力非常出色。此外，由于采用的是溅射技术，因此不会产生涂层液滴。由此产生的优点在于，刀具表面的结构非常光滑，因为刀具涂层凹凸不平及上面的缺陷会影响刀具的使用寿命。

### 使用寿命几乎翻了一番

“对于新刀具，我们一直是在会造成刀具寿命缩短的工件上进行测试，以此作为

我们的耐久度测试。”Darius Kalesse 解释说。在最初试验新的涂层时，双方就很快发现了明显的改善。“整个开发阶段、试验、精调和测试的转换历时约两年，即使

## 密切合作的成果。

是小批量生产，也同样如此。”HORN 的外勤员工 Stefan Bachmann 说。双方展开的紧密合作取得了有目共睹的成果，因此所有人都非常满意。新型 AK6 涂层的厚度为约六微米，视工件而定，刀具的使用寿命延长了约 30 百分至 70 百分。



接近 25 年的精诚合作。访谈时：左起 Tobias Lotz (GKN Driveline)、Thomas Kühn (HORN)、Uli Schuppert 和 Eugen Kusmaul (GKN Driveline)、Stefan Bachmann (HORN) 和 Darius Kalesse (GKN Driveline)。



铣削球毂。

球轴承滚道的加工过程如下：每个球轴承滚道都配有两个进给口。刀具的切削速度为 200 至 300 m/min，可粗加工并刨光每个球轴承滚道。刀具配有四个或五个刀刃。采用六个、八个或十个球轴承滚道加工一个部件的时间为 35 至 50 秒，具体视部件尺寸而定。

球轴承滚道铣削进仍处于柔软状态的部件中。经过感应淬火的球轴承滚道的淬火变形已算在刀具的固定轮廓中。因此，只有在热处理后才能达到所需的微米级精确滚道轮廓。“我们以小于 0.005 mm 的形状公差来研磨球轴承滚道铣刀的椭圆形刀刃轮廓。因此，刀刃形状能够精确适配预期的淬火变形。”Kühn 先生说道。

#### 稳定性高

SX 刀具系统是 HORN 42X 系列球轴承滚道铣刀的升级版。42X 系统配有一个中心张紧螺栓，因此在铣削深度方面受到了限制。HORN 进一步研发出了 SX 换刀系统。刀头通过一个稳定、坚固但高度精确的螺纹与刀体的支承面相连。这种接口带来了多种优点：宽大的配合螺纹确保了高稳定性，大的支承面提供了大面积的支撑以及精确的更换精度，这种精度始终处于公差范围的中间。此外，切割头的更换便捷，操作简单。

GKN 与 HORN 的合作可追溯到 1996 年。在这段漫长的岁月里，HORN 为 GKN 解决了很多切削加工难题。HORN 对于从未见过的新技术（例如在大型拉床上进行型材拉削）始终持开放态度，我们会对这些技术进行分析并由此提供刀具解决方案，树立新的行业标杆。Lotz 先生表示：“每次与 HORN 合作项目都能顺利实现目标。他们会详细记录项目情况，并且迅速友好地提供技术咨询。”

## HORN 刀具解决方案树立了行业新标杆。



#### 全球化企业

GKN Driveline 聘有约 50,000 名员工，分布在全球超过 30 个国家/地区。该公司的市场占有率为约 40 百分，是万向轴和半轴生产领域的领先企业。GKN Driveline 是主要车辆制造商的全球性零配件供应商，负责开发、生产和供应多种驱动系统，产品应用范围涵盖了小型廉价轿车、对行驶动力有严苛要求的先进高端汽车。

# 汽车 超跑上的轮齿

超级跑车都价值不菲。它们代表着完美的技术、高速和惊人的行驶动力。高端跑车采用了众多单独的高科技部件，因此也成为了一种艺术品。Beutlhauser 公司来自巴伐利亚州萨尔茨韦格，负责生产其中一种部件。这种部件就是一个轴上的齿部，为生产这些齿部，技术总监 Michael Beutlhauser 调整了加工策略。他想要实现的是，耗时短、刀具成本低且精度高。为实现这些目标，Paul Horn GmbH 的轮齿切削刀具必不可少。

## 制齿过程中的策略调整

许多车主都梦想着开上跑车。跑车是激情、狂热和驾驶乐趣的代名词。超跑，尤其是高性能超跑令人兴奋的程度更进一层。汽车制造商的所有技术诀窍全都体现在了这些车型中。它们代表着技术的缩影，从设计到小细节，无一处不体现着完美。无论是来自哪家厂商的超跑，超过 350 km/h 的高速度和高横向加速度都会让车主的肾上腺素飙升。通常，在客户拿出信用卡要付款，而经销店的读卡器上显示七位数的金额时，肾上腺素就已经开始飙升了。

使用 S117 系统插齿。





## 一次装夹即完成加工。

在调整用于调节齿部的轴的生产过程中，Beutlhauser 及其团队在未改动车轮的情况下实现了高速度。“在调整生产过程前，轴上的齿部需要四个加工步骤。当时我们是用老式刀具在专用轮齿加工机上生产齿部。我们进行了大量的调整工作，而且不得不频繁地将工件拿在手中。”Beutlhauser 先生介绍说。为寻求相应的建议，副生产经理兼刀具配置负责人 Marcel Kanzler 联系上了他的刀具供应商。Kanzler 先生表示：“我们收到了一些方案，然后也做了试验。”然后，他与生产经理共同商量，决定更换生产工艺。

### HORN 提供了解决方案

HORN 提供的建议是，用 S117 刀具系统来进行插齿加工并且用 613 来铣齿。“我们必须采用两种工艺，因为前方齿部上的肩部不允许铣削。”HORN 外勤员工 Martin Weiss 说道。该过程解决方案满足了 Beutlhauser 的要求：一次装夹即完成加工、精度更高、齿轮的表面质量更高且节省时间。“耗时大大缩短了。现在，每个部件的加工时间为接近四分钟。”Kanzler 先生说。这种部件采用调质钢制成，Beutlhauser GmbH & Co. KG 每年可生产约 25,000 件。



Marcel Kanzler、Michael Beutlhauser、Martin Weiss 和 Johannes Weidner (HORN) 携手成功调整了插齿过程。

冲击过程如下：在 Citizen M32 纵向切削自动车床上车削齿部的齿顶圆直径。S117 系统的插齿板采用特殊规格，配有四个精加工刀。在加工过程中，机器将刀具放置在工件前面，并在齿部的长度方向上开始轴向行程运动以进入预转飞轮，然后将其抬起并移回外部的初始位置。单行程的进给量为 0.05 mm。完成十二个行程后，即可通过插齿板完成 28 个轮齿中的 4 个。程序设定的进给速度为 3000 - 5000 mm/min。每个插齿板的使用寿命为 500 个工件。达到了所需的表面质量。

### 六个轮齿抵抗切削压力

“向我们提供配备六个轮齿的铣刀的，HORN 是唯一一家。由于切削压力高，其他刀具制造商向我们推荐的都是只配备三个轮齿的刀具。”Kanzler 先生解释道。尽管切削压力高，HORN 提供的六齿刀具仍具有很高的稳定性。Weiss 先生说：“由于配备了六齿，铣削效率提高了，而且我们还能以更高的进给速度来运行。”613 型圆铣板的使用寿命达到了 1,000 个工件。切削刃的渐开线轮廓经过精密磨削。切削速度为  $v_c = 310 \text{ m/min}$ ，进给速度则程序设定为 600 mm/min。该刀具可一次性将齿部的八个轮齿全部磨到 2.1 mm 的最大深度。铣削方向与此相反。

HORN 的产品组合包含大量用于生产带有模块 0.5 至模块 30 的不同齿面几何形状的工具方案。无论轮齿是装在正齿轮上、轴毂连接上、蜗杆轴上、锥齿轮上、小齿轮上还是装在客户专用的轮廓上，都可以利用用来铣削或槽插削的工具生产所有这些齿形轮廓，而且极其经济实惠。滚动切削产品方案是啮合能力的另一个有力证明。这一方法在 100 多年前便为世人所知。然而，在加工中心和带有全同步主轴以及过程优化软件的通用机床实现这一极其复杂技术的应用之后，这一方法才得到广泛应用。

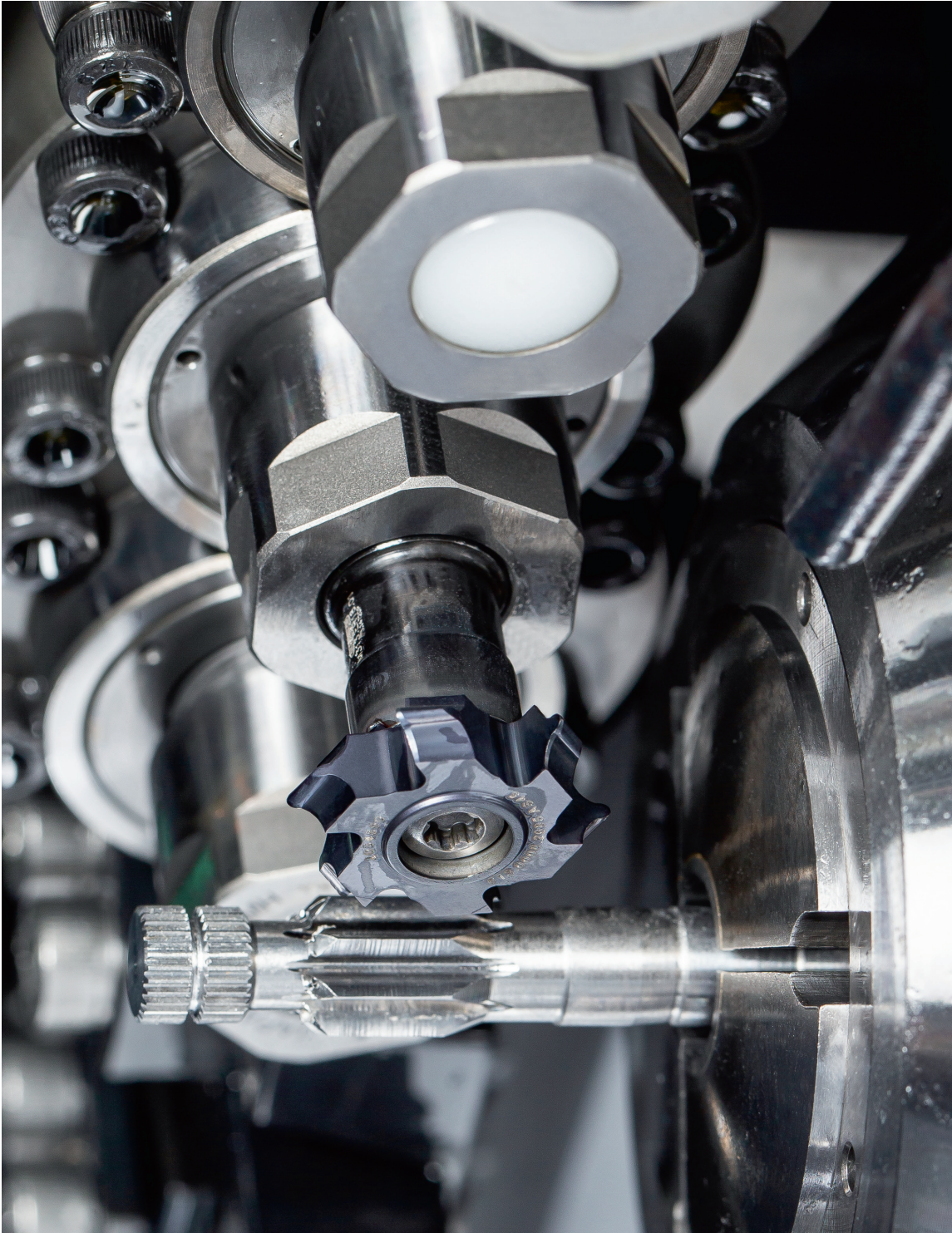
Beuthauser 与 HORN 之间的合作才接近两年。到目前为止，HORN 刀具主要用于标准应用。“在制齿过程的实施期间，HORN 及其应用技术员证明了自己的实力，问题解决能力很强。对于双方的合作，我们十分满意。”Michael Beuthauser 称赞道。

## 配备全同步主轴的通用机床。



使用 613 系统铣削齿部。





Beuthauser 公司的专业领域为生产金属制品：车削和铣削件、金属加工成型件、接触销和成型销以及冲压件和冲压弯曲件。自 1993 年起，该公司便以极高的技术水平为客户提供解决方案。除汽车领域外，Beuthauser 还为航空航天、传感器技术、电气工程、医疗技术以及珠宝制作等领域的客户提供部件和组件。此外，对于许多其他行业，该公司也表现出极高的专业技术诀窍水平。

增材制造

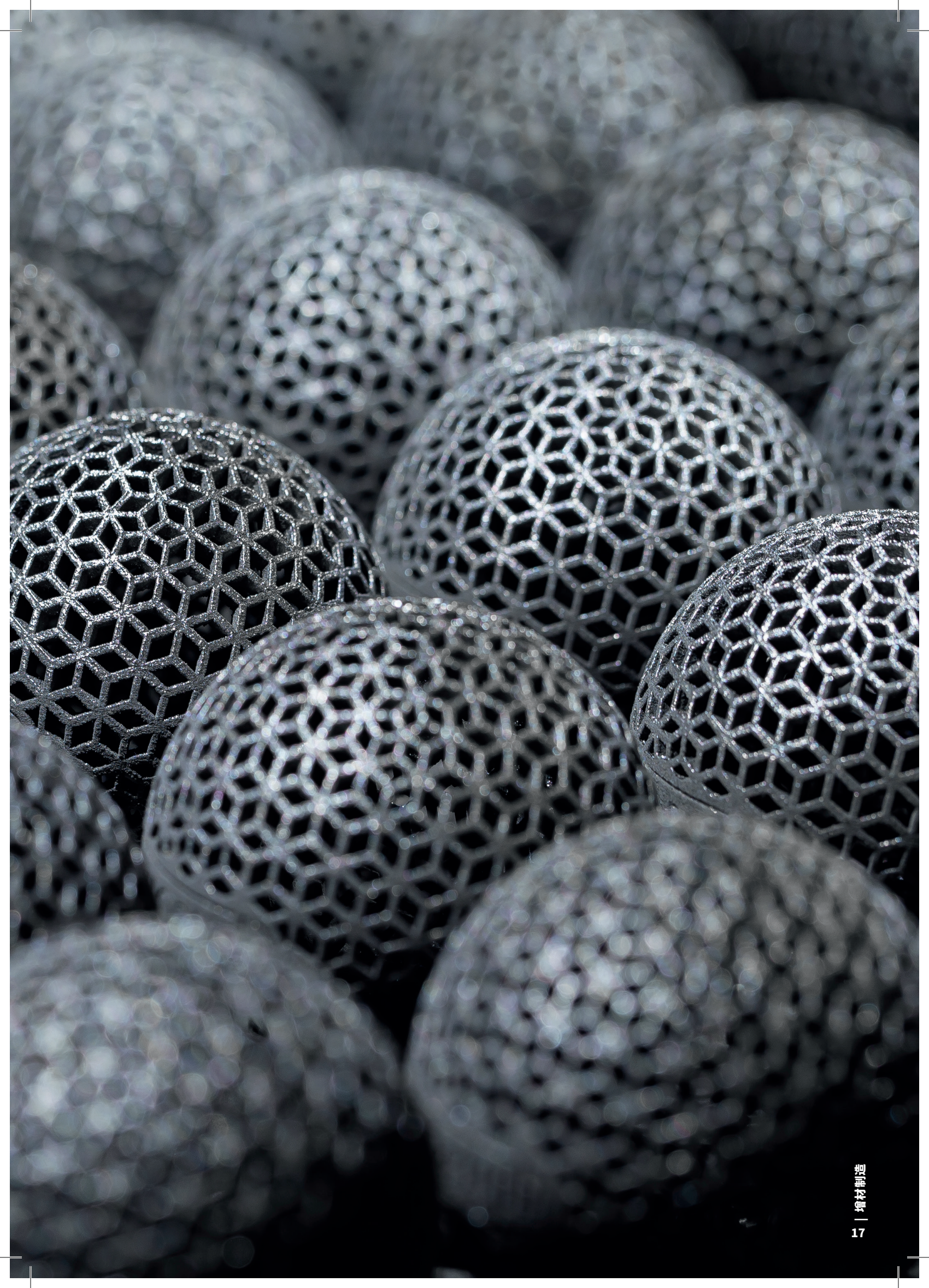
# HORN 的 3D 打印工艺



“从一开始，我们就对增材制造非常感兴趣。因此，我们密切关注着金属 3D 打印的发展情况。然后，当机器技术的发展水平足以应用在精密工具制造时，我们就立即购买了第一套自有设备，也就是 DMG Mori Lasertec 30。最初，我们是打算将这台机器用于研发领域，来生产特殊刀具和样品。在开始阶段，我们会不断去跟客户讨论 3D 打印的情况。早期双方只是纯专业讨论，到后来就获得了越来越多 3D 打印部件的具体询价。由于客户的兴趣浓厚，我们最终提出了为增材制造部件成立额外的合同制造业务部门的想法。目前我们使用了两台 DMG Mori Lasertec 30（二代）。”



Matthias Rommel, Paul Horn GmbH 总经理。





## 增材制造

# HORN 的 3D 打印工艺

2018 年年初, HORN 启动了增材制造项目。如今, 自有生产部门已掌握了两种 3D 打印工艺 (选择性激光熔化), 初具规模。HORN 将增材制造用于自有的刀具生产中, 尤其是在样品、专用刀具和刀杆的生产, 以及冷却剂附件的优化中。此外, HORN 还为客户和合作伙伴提供增材制造所产生的其他应用方案。

如果增材制造有技术上的优势, 那么就有必要使用增材制造。在许多情况下, 以增材的方式来制造之前采用传统方式制造的组件并不会带来经济优势。例如, 车削件可以在纵向切削自动车床上相对较快地生产出来。就精切削加工而言, 增材制造的成本可能也会过高。与传统制造相比, 增材制造的其他缺点包括: 相对较差的表面质量 (Rz30) 和  $\pm 0.1$  mm 的粗精度, 以及需要使用与棒材相比更为昂贵的粉末。

### 设计灵活性更高

如果部件较为复杂, 那么就可以考虑采用增材制造。无论是需要轻巧的结构、冷却通道需要有特殊走向, 还是对几何形状要求极高的小批量部件。即使有这些缺点, 增材制造仍具有设计自由度高、结构轻巧、可快速调整以及即使是复杂部件也能快速制造等优点。

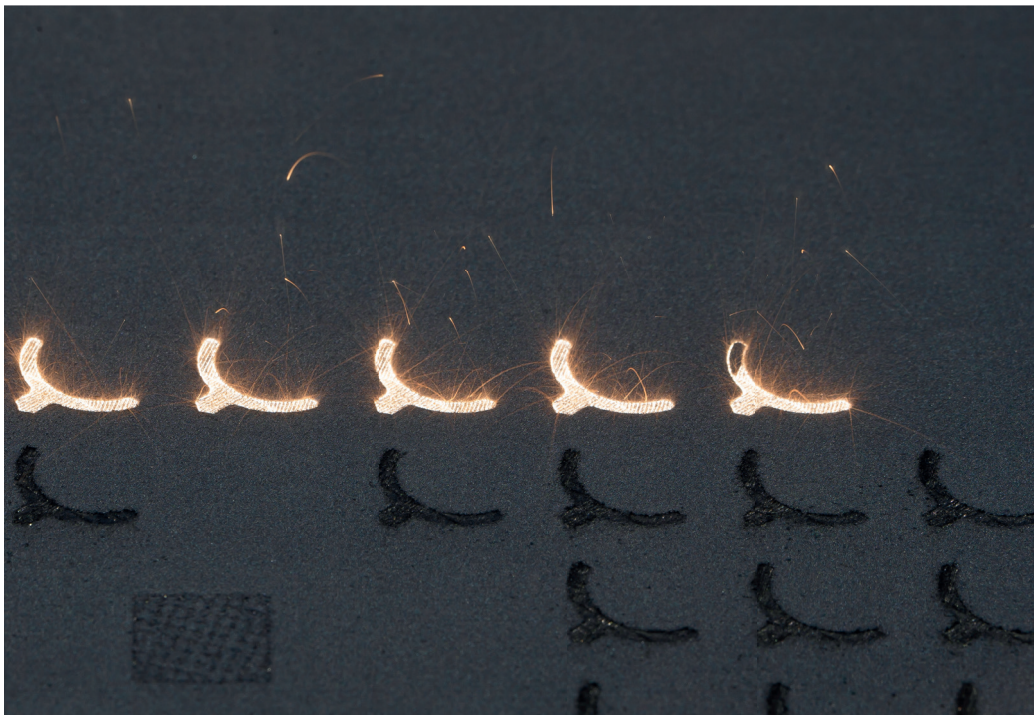
因此, 在将来每次设计时, 将增材制造纳入初步考虑范围内是有必要的。

## 快速生产复杂部件。



使用3D打印过程, 即使相对复杂的形状也可以相对容易地生成。





组件逐层被激光熔化。

## 所有生产步骤 均在公司内部 完成。

专家可从各个角度来分析原材料。此时，HORN 将利用 Horn Hartstoffe GmbH 公司的各种能力，这家公司多年来一直致力于硬质金属粉末的粉末分析，拥有相应的检测设备。如果输入参数正确，就能打印出相应的样品。接着对这些样品进行冶金分析。为快速获取数据，除了 Horn Hartstoffen 公司之外，还可利用新的 HORN 分析中心 (HAZ)。分析中心的员工可生成相应的显微照片进行孔隙分析，并进行进一步的材料测试。

### 从坯件，到成品部件

HORN 使用选择性激光熔化工艺，也称为粉床工艺。在这种工艺中，金属粉末分层施加到可降低的平台上，然后向相关区域照射激光，使其熔化。重复此过程，直到达到部件高度。所采用的材料为铝 (AlSi10Mg)、不锈钢 (1.4404)、工具钢 (1.2709) 和钛。其他材料正在测试中。安装空间最大 300 x 300 x 300 mm。

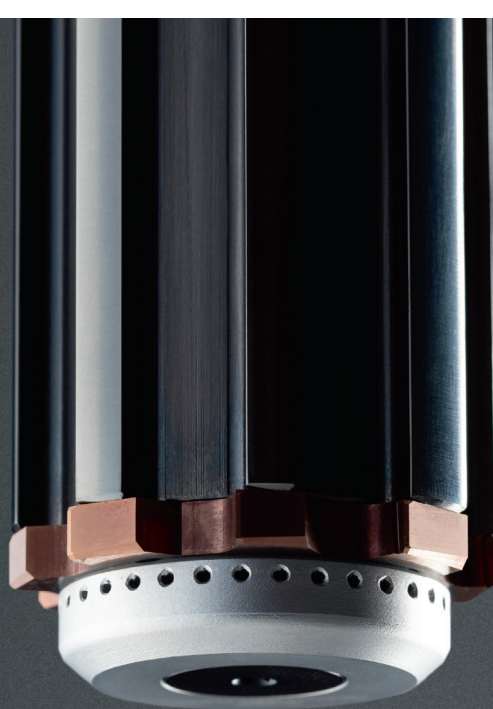
由于 HORN 的所有生产步骤均在公司内部进行，因此生产部门的专家可以直接研究客户的要求。根据客户要求，以各种结构形式生产部件。HORN 还在设计和选择合适的粉末参数方面，为客户提供支持。根据客户要求，生产坯件、半成品直至成品部件。另一优势在于，现有的机械设备和配套的测量仪器。这些仪器设备节省了时间，并且可直接参与到所有生产过程中。

**“我们发现了增材制造的趋势，然后进行了投资，因为我们在粉末加工领域具备专业技术诀窍，并且也能够很好地完成精切削加工。源源不断的询价和订单证明这一新业务领域的选择是正确的。”MARKUS HORN 总结道。**



Markus Horn, Paul Horn GmbH 总经理。

# 产品 增材 制造



## 打印而成的冷却剂附件

为了在高性能磨削中实现可靠的切屑控制，HORN 按照客户要求提供了增材制造的冷却剂盘。在磨削贯通孔或深盲孔时，标准解决方案通常会达到技术极限。尤其是长切屑和难以切削加工的材料，需要修改刀具系统和内部的冷却剂供应通道。HORN 为客户提供了 3D 打印的冷却剂盘作为解决方案，该冷却剂盘拧紧固定在刀柄上。最终，通过有针对性的直接冷却实现了更长的使用寿命，

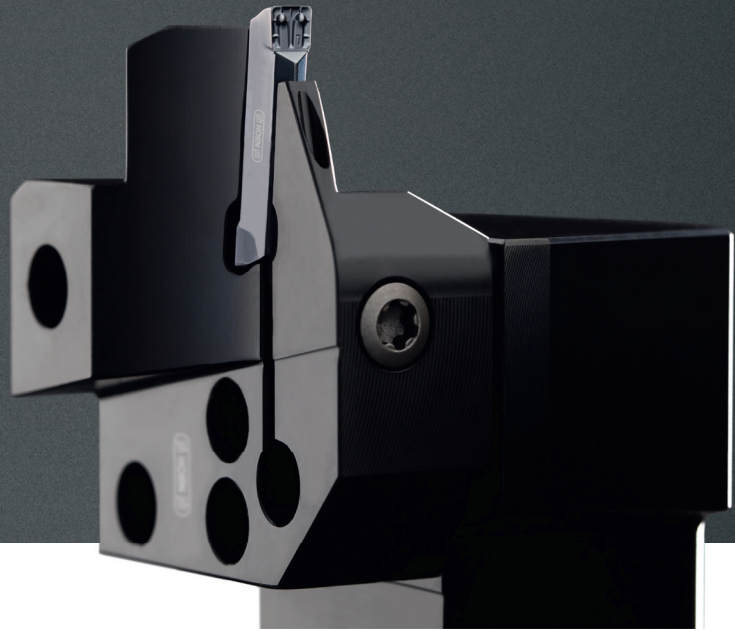
得益于经抛光和涂层的切屑空间，刀柄可协助将切屑从加工区中去除。冷却剂供应通道使得转运交界位置的横截面缩小。由此增加了冷却润滑剂的流量，而不会造成压力降低。该刀具系统可改装为用于盲孔冷却、肩部冷却以及肩部和盲孔的共同冷却。凭借整体硬质合金铰刀、刀柄和 3D 打印的冷却剂盘的整体组合，HORN 展示了其在钻孔加工领域的专业技术诀窍，并彰显了其作为解决方案提供方和技术领导企业的地位。

## 在磨削贯通孔或深盲孔时，标准解决方案通常会达到技术极限。

命，以及最重要的可靠的排屑。如果采用增材制造技术，冷却剂出口的设计自由度会更高。出口的形状可防止切屑进入。此外，冷却剂通道的横截面和出口角可以根据相应的加工和待切削加工的材料进行调整。

产品

# SYSTEM 224 AXIAL



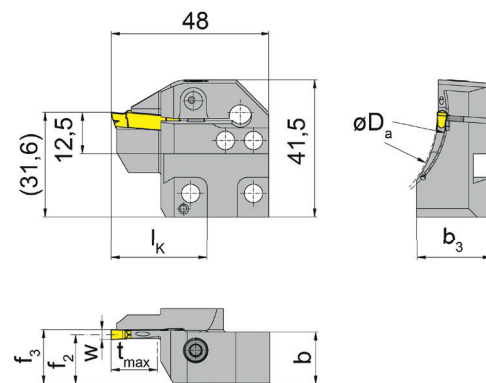
## S224 Axial 切槽系统

HORN 扩大了其在轴向切槽方面的产品组合。针对直径范围从 38 mm 到 1,000 mm 的轴向切槽操作, HORN 提供了 224 切槽系统的新刀杆产品。HORN 还提供了刀夹, 从而进一步扩大了模块概念。不同型号的刀夹均可用基座刀杆来夹紧。内部的冷却剂供应可直接冷却接触区, 同时延长使用寿命。此外, 较高的冷却剂压力可确保切屑更好地从凹槽中排出。由于 224 双刃系统的切屑几何形状和基材的种类繁多, 因此该刀具系统可以便捷地根据加工任务和待切削加工材料进行调整。

HORN 为轴向支架提供以下几种配置: LAK (外侧左边)、RAK (外侧右边)、LIK (内侧左边) 以及 RIK (内侧右边)。最大切槽深度 ( $t_{max}$ ) 为 14 mm。切削刃宽度 ( $w$ ) 为 3 mm 至 6 mm。内部的冷却剂通过转

## HORN 还提供了切屑盒, 从而进一步扩大了模块概念。

运点供应至基座刀杆。刀夹还可用在原有的 HORN 基座刀杆上, 无需转运冷却剂。



产品

# MINI 108/114 系统



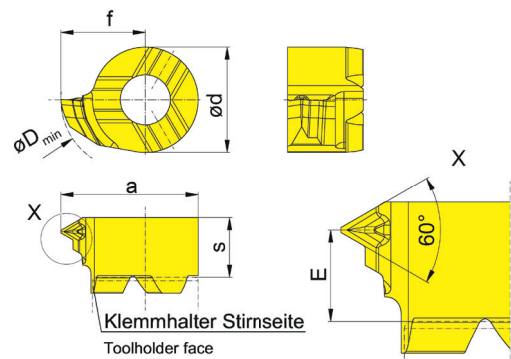
## 有针对性的断屑

HORN 通过新增用于车削螺纹的 GM 几何形状扩展了 Mini 108 和 Mini 114 系统。它适用于车削部分和完整牙型的公制 ISO 内螺纹。即使是难以切削加工的材料和长切削材料，切屑几何形状也能实现短切屑。这降低了切屑堵塞的风险，防止切屑卷绕在刀杆上，从而提高了过程安全性。另外，断屑简化了切屑的处理。108 系统适用于直径自 M10 起、螺距为 0.5 至 1.25 mm 的公制内螺纹。114

Mini 型号的端面螺纹切削刀片是 HORN 的核心产品之一。该刀具系统适用于车削和铣削应用。精密刀具已经证明了它们的价值，特别是内部车孔以及内部车槽时。借助低振动的硬质合金刀杆，即使悬垂部分较长，切削刀片也可形成质量良好的表面，并确保高工艺可靠性。Mini 系统的全面产品组合为不同内径、不同的几何形状和基材以及 CBN 或金刚石嵌件提供了不同尺寸的切削刀片。

## MINI 型号的端面螺纹切削刀片是 HORN 的核心产品之一。

系统适用于最高 2.5 mm 的螺距。切削刀片有部分和完整牙型规格。Mini 系统的标准车削支架可用作刀杆。



产品

# 32T 系统



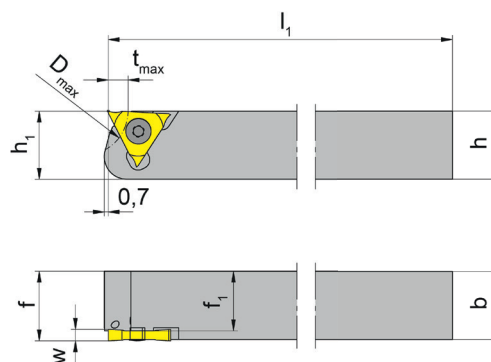
## 32T 系统

HORN 新开发出了 32T 系统, 适用于瑞士型车床以及小型车床的车槽和切断。此外, 公司还扩展了刀具系统, 新增加了用于螺纹车削、切槽和纵向车削以及全半径切槽的产品。中央固定螺栓为切削刀片的更换带来了很高的精度, 并可确保直接拧紧进刀架的刀片座中。此外, 不需要可能会对排屑产生不利影响的夹紧件。夹紧螺栓的螺栓头不会产生干涉轮廓, 因此可以在套环上车槽或直接在主轴上切断。精密烧结的切槽刀片可装在左、右两侧。HORN 通过 32T 系统完善了三刃刀片产品组合, 将应用范围扩展至加工更小的尺寸。

该系统的最大切槽深度为 4 mm, 切槽宽度 (w) 为 0.5 mm 至 2.5 mm。针对车槽加工, 提供直刃刀片

和整圆弧刀片。HORN 提供带有 15 度切断斜面的可转位刀片用于切断。外圆研磨的断屑槽几何形状确保了可靠的排屑过程。刀架设计为 10 x 10 mm、12 x 12 mm 和 16 x 16 mm 的方柄。所有版本均配有内部的冷却剂供应通道, 有左侧和右侧两种规格可选。在基材方面, 用户可在 EG35 (P 和 M 材料组) 或 EG55 (P 材料组) 之间进行选择。

## HORN 通过 32T 系统完善了三刃刀片产品组合, 将应用范围扩展至加工更小的尺寸。



产品

# SYSTEM 406



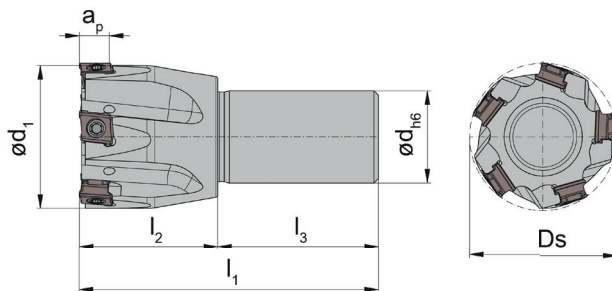
## 采用雨刮器结构的 406 铣削系统

HORN 为 406 切向铣削系统新增了采用修光刃的切削刀片，用于面铣精加工加工。由于客户对于表面质量的要求越来越高，因此 HORN 推出了该产品。这种新的几何结构带来了极高的表面质量，即使是在进给速度很高的情况下。由此也实现了每个部件的节拍和加工时间的缩减。此外，这种几何结构还能够帮助精简磨削过程。

单刃修光刃刀片用于 406 系统的 90 度铣刀。每个刀盘的装配只需要一个修光刃的

## 单刃宽刨光板用于 406 系统的 90 度铣刀。

切削刀片。其余的装配通过 406 系统的标准转位式刀片进行。修光刃刀片分为用于切削加工主组 P 和 M 的 AS4B 材质以及用于切削加工主组 K 的 AS46 材质。



产品

# SYSTEM 304



## 圆弧铣削系统 304

针对直径为8mm及以上的大批量钻孔加工，HORN 扩展了其用于圆弧插补铣削的产品组合。借助三刃 304 铣削系统，HORN 为凹槽铣削、主轴铣削和倒角提供了通用的解决方案。

相比于使用整体硬质合金槽铣刀，切削圆角为 7.7 mm 的切削刀片与减振硬质合金刀柄连用时更具灵活性。基材和几何结构可便捷地根据待处理的过程进行调整。内部得到冷却的刀柄可对接触区进行有针对性的冷却。

槽铣刀的切削宽度 (w) 分为 0.5 mm、1 mm、1.5 mm 和 2 mm 四种规格。对于卡簧槽的铣削，HORN 提供的系统采用 0.8 mm、0.9 mm、1.1 mm 和 1.3 mm 的切削宽度，采用全半径的版本的半径为 0.4 mm、0.6 mm 和 0.8 mm。对于倒角的铣削，有 45°、30° 和 15° 三种选择。在基材方面，HORN 提供 EG55 型产品进行普通的钢材切削加工，提供 IG35 型基材进行不锈钢和高温合金的加工。

HORN 的圆弧铣削系统为用户提供了—系列工艺优势：快速、过程安全且可实现良好的表面质量。沿着螺旋轨迹运动的刀具倾斜或非常扁平地浸入材料中。这样可以，例如，以可再生的高质量生产螺纹。与在较大直径上使用可转位刀片或在较小

## 基材和几何结构可便捷地根据待处理的过程进行调整。

直径上使用 VHM 铣刀加工相比，圆弧铣削通常更加经济。圆弧铣刀的应用领域非常广泛。适用于钢、特种钢、钛或特殊合金的加工。精密刀具特别适用于铣槽、钻孔圆弧铣削、螺纹铣削、T 型槽铣削和型材铣削。



产品

# SYSTEM 409

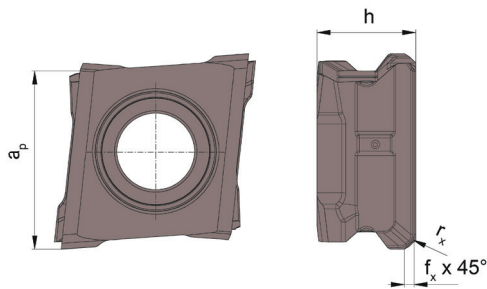
## 409 立装刀片铣削系统

HORN 为 409 立装刀片铣削系统新增了精密烧结的转位式刀片。与磨削制成的刀片相比，具有粗加工几何结构的烧结切削刀片是一种较为经济的选择。这种具有全方位保护斜面的几何结构可确保使用寿命较长。稳定的楔角及内嵌的切削表面倒角实现了稳定且低振动的铣削过程。正前角和轴向角确保了平滑的切割，封闭的切屑凹槽使得切屑的形成安全可靠。转位式刀片与所有铣削刀体型号兼容。

铣削时愈发严苛的时间和成本考虑因素也要求提高效率：更高的切削速度、更高的进给速度、更大的切屑厚度、更短的节拍时间、更长的刀具寿命。总而言之，要降低单位成本。切向铣削这种工艺在铣削过程中的应用早已实现，如今，它正要

超越市场上用于批量切削加工的传统径向铣削方式。近年来，切向铣削系统在切削加工中应用得越来越频繁。在切向铣削期间，切削力沿切削刃稳定性最大的方向起作用。由于有大量的进料，该工艺可在表面质量良好的同时实现较高的单位时间切削量和高生产率。

**由于有大量的进给率，该工艺可在表面质量良好的同时实现较高的单位时间切削量和高生产率。**



产品

# BOEHLERIT 铣削



## Boehlerit 系列新增了 3D 铣削系统

HORN 推出了 Boehlerit 系列的扩展系统，用于工具和模具制造中的 3D 铣削。ISO 00P、RHOMBltec、BALLtec 和 TORROtec 系统涵盖了用于 3D 铣削市场领域的所有重要加工产品。ISO 00P 是针对一般机械制造和模具制造的通用型刀具系统。切削刀片处于承载刀具中的中性安装位置，因此可实现高的轮廓精度。尽管处于中性位置，这种切削几何结构仍可确保平滑的切割。RHOMBltec 系统是 Boehlerit 系列中的通用型精加工刀具，适用于所有常见的材料和应用。转位式刀片则具有高的生产精度和长使用寿命。轴向和径向修光刃几何槽型可实现高的生产率、良好的表面质量以及低振动的精加工，即使在切削深度较高时。

BALLtec 和 TORROtec 铣削系统是多功能型刀具，其生产率很高。该系统可节省刀杆，因为球仿型刀具适用于半精加工和精加工。在转位式刀片和刀杆的选择方面，Boehlerit 系列也提供有多种产品型号。带有焊接刀片座的整体硬质合金刀柄可带来良好的减振效果，由此确保工件具有较高的表面质量。切削刀片中所用的超细晶粒硬质合金可确保高耐磨性和高抗断裂性，从而提高了过程安全性。所有版本均配备有内部的冷却剂供应通道。

**ISO 00P 是针对一般机械制造和模具制造的通用型刀具系统。**

关于我们

# EUROSKILLS 2020: 职业技能竞赛

EuroSkills 是一项职业技能竞赛, 每两年以欧洲冠军赛的形式举办。该竞赛的宗旨在于, 让才华横溢的年轻专家展示自己的才华。他们将在大约 45 个不同的行业中展开角逐。参赛者的年龄不能超过 25 岁, 主要是受过训练的年轻专业人员、高等技术学院或高等专科学校等高校的毕业生。来自工业、手工业和服务业等领域的约 650 名选手踊跃参赛。2020 年的欧洲冠军赛将于 9 月 16 日至 20 日在奥地利的格拉茨举行。



#WE  
ARE  
SKILLS

EuroSkills 是一项职业技能竞赛, 每两年以欧洲冠军赛的形式举办。该竞赛的宗旨在于, 让才华横溢的年轻专家展示自己的才华。他们将在大约 45 个不同的行业中展开角逐。参赛者的年龄不能超过 25 岁, 主要是受过训练的年轻专业人员、

人才前来参赛。EuroSkills 竞赛本身每两年举办一次, 举办地点在 30 个成员国中挑选。因此 2020 年, 来自各个职业领域的后起之秀将齐聚奥地利格拉茨, 在为期四天的竞赛中大放异彩。预计届时到场的不仅仅是接近 650 名参赛者, 而且

还有在此基础上的数万名观众。

竞赛的宗旨在于, 让来自大约 45 个不同的行业、年龄不超过 25 岁、才华横溢的年轻专家展示自己的才华。

## HORN 公司作为银奖赞助商 为 CNC 车削和 CNC 铣削技 能单元提供支持。

高等技术学院或高等专科学校等高校的毕业生。来自工业、手工业和服务业等领域的约 650 名选手踊跃参赛。2020 年的欧洲冠军赛将于 9 月 16 日至 20 日在奥地利的格拉茨举行。

EuroSkills 是“WorldSkills Europe”协会最重要的招牌赛, 其目的在于, 让职业培训更上一个台阶, 并让公众认识到训练有素的专业人才的重要性。“WorldSkills Europe”协会于 2007 年成立, 拥有总计 30 个成员国。这些成员国会定期送专业

2020 年的 EuroSkills 有何看点? 在为期三天的比赛中, 参赛者将在其专业领域内的特定工作环境中展示他们的技能和知识。专业评委会编排任务, 然后评估结果。访客可以现场观看参赛者的工作、了解相应的专业领域知识并认识参赛者的公司, 无需付费购票。此外, 还安排有精彩的专业会议、代表大会以及其他会外活动。在最后一天, 专业评委将评估所有任务的完成情况, 并在颁奖典礼上宣布各个专业领域的优胜者和“Best of Europe”欧洲冠军获胜者。



### HORN 是银奖赞助商

作为银奖赞助商, Paul Horn GmbH 将立即为 EuroSkills 2020 的 CNC 车削和 CNC 铣削技能单元提供支持。因此, 这两个技能领域的参赛者可获得 HORN 公司在刀具和材料方面的大力协助。谈及 Paul Horn GmbH 公司参与 EuroSkills 2020 以及支持后起之秀的原因, 公司媒体发言人 Christian Thiele 表示: “HORN 公司相信, 通过赞助 2020 年的 EuroSkills 竞赛, 我们能够吸引年轻人来关注我们领域的学徒式职业和工作机会, 并激励他们加入。这次活动将体现出, 这一行业中的职业充满挑战性和趣味性, 而且非常多样化。”

### Try-a-Skill 展演

“Try a Skill”是一项职业导向活动, 其口号是: 发掘你的天赋, 成为自己的英雄。该活动主要面向学生、家长和教育工作者, 目的在于, 在引人入胜的教育环境中为年轻人选择职业提供支持。交互式“试验站”将作为 EuroSkills 2020 的一部分直接融入到竞赛环境中, 访客可亲自现

场体验各种职业, 从混凝土结构师, 到 CNC 铣削工人, 甚至烘焙师。

该活动的目标之一是, 让学生发现自己的优势, 鼓励他们根据自己的才能和才华选择职业。

HORN 公司新闻发言人 Christian Thiele 和 EuroSkills 2020 GmbH 监事会主席 Josef Herk 在银奖赞助合同签约仪式上。



复合材料

# MARKUS KANN- WISCHER 访谈



## 在切削加工复合材料时，面临着哪些挑战？

复合材料通常由碳、芳纶或玻璃纤维形成的耐用纤维组成，并与弹性体、热塑性或热固性塑料结合在一起。极硬且具有磨蚀性的纤维与较软的，尤其是热敏感的塑料结合在一起。根据纤维的位置而定，

## 纤维织物的不同类型。

复合材料具有各向同性或各向异性的特性。此外，还会加入各种各样的材料（由于纤维织物的取向不同）、不同百分比的塑料以及通常与金属板的结合。在切削加工时，要达到的要求是干净且无裂纹的表面，没有纤维突出或分层。对于切削刃，由此产生了相互矛盾的要求：切削刃要轻巧、带冷却功能，而且刀口还要非常稳定、刀具使用寿命要长而且刀具表面要光滑（防止材料粘着）。

## 在刀具方面，怎样来应对这些挑战呢？

在设计用于加工复合材料的刀具时，要巧妙地组合各种刀具设计选项：切削刃在用于压缩切割的覆盖层上的轴线交叉角、用于减小切割压力的切削时走

刀次数的划分、使用粗车刀对覆盖纤维的划割以及一致的前角和后角，这些仅仅是用于确定最佳刀具的其中几个参数。如果确定了大致的几何结构参数，就可以选择相应的刀具材料。根据大致的几何结构而定，某些选项不再可用：对于非常小的刀具，整体硬质合金刀具带来的设计可能性比例如 PCD 或 CVD 纤维明显更多。基材应具有一定的韧性，以便在切断纤维时能够很好地吸收动态的切割力。这些刀具通常带有金刚石涂层，以延长使用寿命。由此可以形成具有极其坚硬的边缘层，同时具有良好的锋利度的韧性刀刃。这种刀刃可确保过程的可靠性和出色的使用寿命。但是，仅在硬质合金中钴含量不太高的情况下，才可加入金刚石晶粒。

## 刀具材料关键词：PCD 材料与 CVD 材料的区别在哪里？

在 PCD 材料中，单个硬质金刚石晶粒与坚硬的钴或其他元素结合在一起。这种复合材料可导电，并且可以借助腐蚀进行加工和成形。CVD 仅由金刚石组成，并且主要采用激光或研磨工艺加工。因此，CVD 的硬度远高于 PCD。反过来，与 CVD 相比，PCD 的韧性更高，因此可以防止裂开。由于

PCD是由单个金刚石晶粒形成的，因此可以借助切削刃中不同的晶粒尺寸使PCD的特性完全适配单个应用。因此，CVD的参数窗口比PCD的参数窗口小得多。但是，如果参数正确，则CVD刀具的使用寿命将比采用PCD材料的刀具的使用寿命长得多

#### 您是怎样来测试相应的刀具解决方案的？

在切削加工测试中，安全是第一位的。除了针对切削加工测试的常规安全防范措施外，还必须注意除尘。此时应遵守工作场所极限值。在测试中心进行切削加工测试时，我们会使用特殊的抽吸装置。还会用到所有的测量系统，例如切削力测量、高速摄像头和用于表面测量的测量系统。

客户工件通常是需要相应夹紧装置的平面部件。然后，我们先在内部进行功能测试，并与客户一起在其机器上进行最终使用寿命测试。我们与研究所合作，进行基础研究和进一步的试验。结果的评估始终由客户来完成，因为要针对切削刃或铣削表面的要求进行不同的评估。

#### 您怎样看待这种情况的发展？复合材料在将来应用得越来越多吗？在哪些领域呢？

无论是哪个行业，复合材料所出现的频率都会越来越高。研究表明，复合材料的年增长率预计为10%至15%。但是，复合材料在各个行业中的应用评估情况是不同的。在航空航天领域，已经应用了大量的CFRP材料，而且这些材料的比例在未来还将继续增加。将来，甚至在传动机构中，也将使用带碳纤维部件的风扇叶片和复合材料制成的外壳。在轿车领域，目前不太可能广泛使用复合材料，因为这一领域主要使用的是热成型钢材。但是在商业车和房车领域，扁平的GRP部件出现的频率越来越高。碳混凝土是一个很有趣的领域，这种混凝土具有许多决定性的优势：结构更薄、安装更方便以及可避免出现腐蚀。然而，关于其耐久性的长期性研究尚不多。如果能够进一步降低碳混凝土的成本，那么这种混凝土将赢得巨大的市场。

#### 您认为，复合材料刀具在未来的潜力大吗？

在切削刀具领域，最大的市场是生产钻孔。HORN公司的目标主要在于，创边和生成凹槽和开口，即生产铣刀。在用于整体硬质合金刀具的金刚石涂层领域，新的多层金刚石涂层可实现高的耐磨性，同时确保切削刃的锋利度。通过使用具有良好的涂层附着力且更坚硬的硬质合金，可扩展带金刚石涂层的硬质合金刀具的应用范围。在CVD刀刃领域，人们对于正确的应用参数的认识在近年来有着明显的提高，因此，在这方面也实现了质的飞跃。结合最新的激光切削刃生产技术，人们生产出更精密、更锋利的刀刃，CVD的应用领域因此得到了大大扩展。

## 切削力测量系统、高速摄像头和表面测量系统。

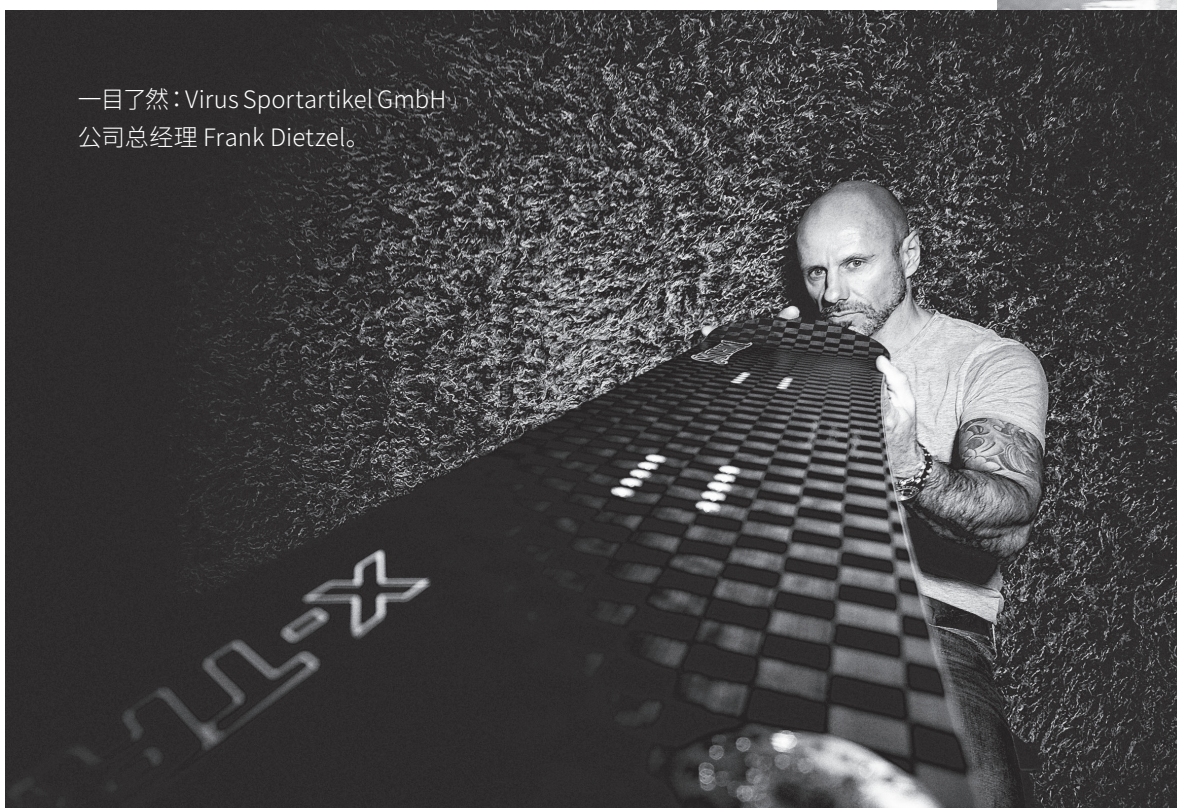


采用CVD-D材料切削刀片的DA套式铣刀尤其适用于加工复合材料。

# 复合材料 深深着迷

“凡是遭遇过病毒感染的人（双关：使用过Virus牌滑雪板的人）都能体会到：这些板子，会让人上瘾。”Virus Sportartikel GmbH 公司的总经理 Frank Dietzel 玩笑着说道。该公司成立已 30 余年，一直致力于为高要求的冬季运动爱好者生产高端滑雪板。Dietzel 先生及其团队在生产时主要采用的是高科技纤维复合材料和本地木材。“我们的每块滑雪板中均内置了一根灵活的木头芯。”Dietzel 解释道。除了大量的手工作业之外，还需要使用 CNC 铣床来切割 CFRP 垫子和铣削木头芯。这时，专家们选择信赖 Paul Horn GmbH 公司的金刚石刀具。

一目了然：Virus Sportartikel GmbH  
公司总经理 Frank Dietzel。





**“凡是使用过 VIRUS 牌滑雪板的人都能体会到：这些板子，会让人上瘾。”**

1984年，在滑雪这项运动还处于起步阶段时，来自Großwallstadt的Dietzel先生就已开始专业生产这种新型冬季运动器材。从那时起，Virus品牌一直是业界的知名品牌。专业人士和严苛的冬季运动爱好者都信赖这个品牌的滑雪板的性能。Virus牌的滑雪板采用高科技材料制成，并与实木芯结合在一起构成夹心结构。木头芯完全由手工制成，并根据型号使用两到三个碳纤维内衬进行加固。针对其高端产品，Dietzel先生还用到了新型超强纤维Zylon。Zylon是人类手工制造的最坚固的纤维。“Zylon就像人造的蜘蛛纤维一样，抗拉强度比碳更高。这种纤维的加工非常复杂，需要特殊的刀具和技术才能完全切断这种纤维。”Dietzel先生介绍说。

夹心结构的各个层具有不同的任务。芯决定了成品滑雪板的大部分特性。由于其全面的性能，木材是非常好的芯材料。木头芯由几根粘合在一起的层压硬木条组成。它们带来了滑雪板的自然挠性，并具有良好的减振性能。为了增强滑雪板的某些区域，向层压板中加入了碳纤维和玻璃纤维组成的衬料。运动器材必须在快速转弯时适应地面，但当负载发生变化时，又必须迅速恢复到原始形状。此时关键的是，材料不能像弹簧那样产生回弹力，否则会极大地影响操控效果。Dietzel先生在木头芯和外层中层压了CFRP垫子，从而极大地提高了运动器材的操控表现和性能。





铣削加工 CFRP 垫子。磨损的边缘来自防护织物。

**“这些材料具有非常强的磨蚀作用。硬质合金在加工过程中会过快地受到磨损。”**

### CVD 金刚石

在切割 CFRP 垫子和铣削木头芯时，Dietzel 先生采用了 HORN 提供的 CVD 金刚石材料以及 CVD 金刚石涂层铣削刀具以及 CNC 门式铣床。“这些材料具有非常强的磨蚀作用。硬质合金在加工过程中会过快地受到磨损。”HORN 公司的外勤员工 Stefan Bachmann 说。在铣削 CFRP 垫子和使木头芯 3D 成型时，使用 DSS 型的金刚石涂层铣削刀。修整边缘时，使用带有五个刀刃的 CVD-D 材料铣刀。

“CFRP 垫子的边缘非常重要。如果垫子已磨损或分层，就无法使用。HORN 铣刀的性能令我们非常满意，因为如果出现废品，CFRP 材料的成本会非常高。”Dietzel 先生解释道。为了进行铣削，需要在 CFRP 垫子上粘贴另一种织物，以保护边缘。在加工完成后，再将该织物剥离。铣削加工时，Dietzel 先生使用了 CNC 门式铣床，该铣床通常用于加工木材行业中的家具零件。“这台机床带有真空夹紧台，为我们提供了加工产品所需满足的所有前提和加工可能性，”Dietzel 先生说。



各个生产步骤一览：左侧为层压并经过修整的坯件。右侧为已完成上漆的滑雪板。

去除防护织物后，工件边缘无损坏或分层。



### 切割，代替挤压

CVD 金刚石刀刃与 PCD 刀刃的区别很大。CVD 金刚石含有 99.99 百分的金刚石，几乎是纯金刚石，而 PCD 则相反，其掺有 10 百分到 20 百分的粘结剂。尽管两种切削材料均具有多晶结构，但 CVD 金刚石的结构更均匀，几乎与单晶天然金刚石一样坚硬且耐磨。PCD 刀刃通常经过打磨或腐蚀，而

的锋利度至少为 PCD 刀刃的十倍。磨削 PCD 刀刃时，边缘晶体会在刀刃上破裂，但在对 CVD 金刚石进行激光加工时则会被切穿。在加工碳纤维和玻璃纤维增强塑料时刀具寿命仍然很高的原因就不言而喻了。CVD 金刚石刀刃的刀口锋利度为 1 至 2  $\mu\text{m}$ ，可切穿 5 至 8  $\mu\text{m}$  的细纤维，而 PCD 刀刃具有十倍的切削刃

## CVD 金刚石刀刃与 PCD 刀刃的区别很大。

CVD 刀刃则是采用精密激光加工，因此，具有介于 1 到 2  $\mu\text{m}$  的刀刃倒圆的 CVD 刀刃

倒圆，因此仅会挤压纤维，而且会由于摩擦而磨损更快。

Frank Dietzel (中间) 与 HORN 公司技术人员 Robert Braun (左边) 和 Stefan Bachmann (右边) 在讨论中。

